

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10090397 A**

(43) Date of publication of application: 10.04.98

(51) Int. Cl

G01S 13/34  
G01S 7/02

(21) Application number: 08266758

(71) Applicant: **HONDA MOTOR CO LTD**

(22) Date of filing: 17.09.96

(72) Inventor: KOMATSU SATORU

## (54) TIME-SHARING FM RADAR SYSTEM

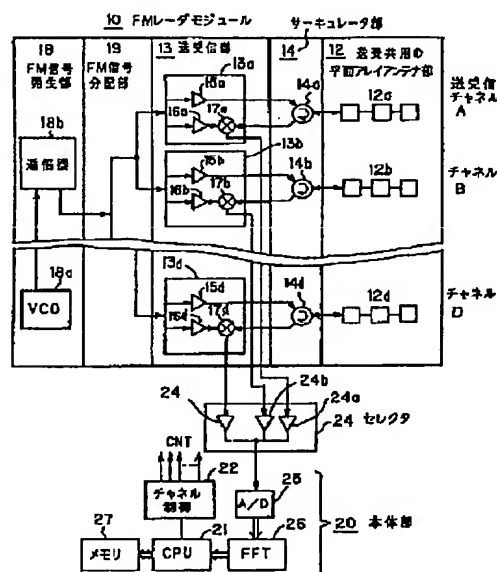
(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a time-sharing FM radar system which eliminates a need of a high-frequency and high-gain reception amplifier circuit used to supply a reflected FM frequency signal to a common mixer while the FM frequency signal which is received by every transmitting-receiving antenna is being amplified intermittently in a time-sharing manner.

**SOLUTION:** A time-sharing FM radar system is provided with an FM-signal generation part 18 which generates an FM signal at a frequency changed in terms of time, with a plurality of beam transmission-reception means 12a to 12d which radiate beams so as to be overlapped spatially and partially and which are arranged so as to receive reflected waves generated at a reflecting body and with transmission-reception parts 13a to 13d provided with mixers 17a to 17d by which the FM signal reflected by the reflecting body so as to be received and a local FM signal are mixed so as to generate a beam signal. The respective transmission-reception parts 13a to 13d are provided with transmission-selection amplifiers 15a to 15d, by which a part of the FM signal generated by the FM signal generation part 18 is amplified intermittently

so as to be supplied, and reception-selection amplifiers 16a to 16d which output the local FM signal.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-90397

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月10日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 1 S 13/34  
7/02

G 0 1 S 13/34  
7/02

D

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-266758  
(22) 出願日 平成8年(1996) 9月17日

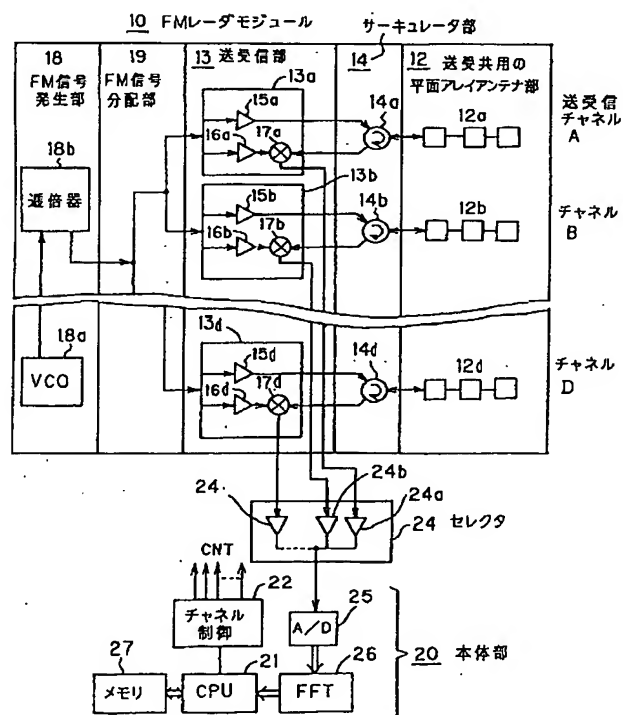
(71) 出願人 000005326  
本田技研工業株式会社  
東京都港区南青山二丁目1番1号  
(72) 発明者 小松 覚  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
社本田技術研究所内  
(74) 代理人 弁理士 櫻井 俊彦

(54) 【発明の名称】 時分割型FMレーダシステム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 各送受共用アンテナが受信した反射FM周波数を時分割的に間欠的に増幅しながら共通のミキサに供給するための高周波・高利得の受信増幅回路を必要としない時分割型FMレーダシステムを提供する。

【解決手段】 時間的に変化する周波数のFM信号を発生するFM信号発生部18と、ビームを空間的にかつ部分的に重ね合わせながら放射しかつ反射体で生じた反射波を受信する受信するように配置された複数のビーム送受信手段12a~12dと、前記反射体で反射された受信されたFM信号とローカルFM信号とを混合してビーム信号を発生させるミキサ17a~17dを備えた送受信部13a~13dと、を備え前記各送受信部13a~13dは、前記FM信号発生部18が発生したFM信号の一部を間欠的に増幅して供給する送信選択増幅器15a~15dと、前記ローカルFM信号を出力する受信選択増幅器16a~16dとを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】時間的に変化する周波数のFM信号を発生するFM信号発生部と、

ビームを空間的にかつ部分的に重ね合わせながら放射し、かつ反射体で生じた反射波を受信するように配置された複数のビーム送受信手段と、

前記各ビーム送受信手段に対応して設置されると共に、前記各ビーム送受信手段から送信され、反射体で反射されて受信されたFM信号とローカルFM信号とを混合してビート信号を発生させるミキサを備えた送受信部と、前記各送受信部のミキサから出力されるビート信号のレベルと前記各ビーム送受信手段の配置とに基づき前記反射体の方位を検出する方位検出手段と、

前記ミキサから出力されるビート信号の周波数に基づき前記反射体の距離を検出する距離検出手段とを備えた、

前記各送受信部は、前記FM信号発生部が発生したFM信号の一部を間欠的に増幅して前記各ビーム送受信手段の対応のものに供給する送信選択増幅器と、前記FM信号発生部が発生したFM信号の一部を間欠的に増幅して前記ローカルFM信号を出力する受信選択増幅器とを備えたことを特徴とする時分割型レーダシステム。

【請求項2】 請求項1において、前記各送受信部の受信選択増幅器は、前記各ビーム送受信手段のうち対応のもの及びこれに隣接するもののビーム放射期間にわたって前記ローカルFM信号を出力することを特徴とする時分割型FMレーダシステム。

【請求項3】 請求項1又は2において、前記方位検出手段と前記距離検出手段は、前記ミキサから出力されるビート信号をデジタル信号に変換するA/D変換器と、このA/D変換器から出力されるデジタル信号を周波数スペクトルに変換する高速フーリエ変換回路とを備えたことを特徴とする時分割型FMレーダシステム。

【請求項4】 請求項1乃至3において、前記送信選択増幅器と前記受信選択増幅器は、MMICで構成されていることを特徴とする時分割型FMレーダシステム。

【請求項5】時間的に変化する周波数のFM信号を発生するFM信号発生部と、

ビームを空間的にかつ部分的に重ね合わせながら放射し、かつ反射体で生じた反射波を受信する複数のビーム送受信手段と、

前記各ビーム送受信手段に対応して設置されると共に、前記各ビーム送受信手段から送信され、反射体で反射されて受信されたFM信号と、ローカルFM信号とを混合してビート信号を発生させるミキサを備えた送受信部と、

前記各送受信部のミキサから出力されるビート出力のレベルと前記各ビーム送受信手段の配置とに基づき前記反

射体の方位を検出する方位検出手段と、

前記各ミキサから出力されるビート信号の周波数に基づき前記反射体までの距離を検出する距離検出手段とを備えた時分割型FMレーダシステムにおいて、

前記FM信号発生部が発生したFM信号の一部を間欠的にスイッチングし、前記各ビーム送受信手段の対応のものに供給する送信選択スイッチング手段と、

前記FM信号発生部が発生したFM信号の一部を間欠的にスイッチングし、ローカル信号として前記各ミキサのうち対応のものに供給する受信選択スイッチング手段とを備え、

前記各送信選択スイッチング手段と、前記各受信選択スイッチング手段と、前記各ミキサとをモノリシック基板上に集積させたことを特徴とする時分割型FMレーダシステム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、車載用ミリ波レーダシステムなどとして利用される時分割型レーダシステムに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】追突や衝突防止用警報装置などへの応用を目指して、車載用のFMレーダシステムが開発されてきた。このFMレーダシステムでは、先行車両などの反射物体（「標的」と称する）との距離だけでなく、車両からみた標的の方向（以下「方位」と称する）を検出するために、複数系統の送受信チャネルが設置されるマルチチャネル構成が採用される。

【0003】すなわち、適宜な放射パターンのビームを放射する複数個のアンテナをそれぞれの放射ビームの一部が重なり合うように適宜な角度だけずらしながら配置し、各アンテナから同一レベルのFM信号を放射し、各アンテナで受信した反射FM信号のレベルの比率を検出することにより、標的の方位を検出するように構成されている。

【0004】各送受信チャネルの相互干渉を避けるために、同一の周波数のFM信号を異なるタイミングでそれぞれに割当てて時分割方式を採用することが、使用周波数帯が狭くて済むという点で好適である。また、各送受信チャネルについては、送受共用アンテナを1個だけ設置し、このアンテナとの間にサーキュレータを設置することにより、送信系と受信系を途中から分離する送受共用形式が知られている。

【0005】上記送受共用のアンテナと、送受系統を分離するためのサーキュレータとを含むマルチチャネル構成の時分割型FMレーダシステムが、本出願人の先願に係わる特開平7-5252号に開示されている。このFMレーダシステムは、FM信号発生部から出力されるFM信号の一部を異なるタイミングで間欠的に増幅しながら各送受共用アンテナに順次分配して外部に送信させる送信

増幅回路と、各送受共用アンテナが受信した受信FM信号を異なるタイミングで間欠的に増幅しながら共通のミキサに供給するための受信増幅回路とを備えている。共通のミキサから出力されるビート信号は、標的の方位と距離を検出する検出部に供給される。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記先行技術のFMレーダシステムでは、各送受共用アンテナが受信した受信FM信号を各受信増幅回路で異なるタイミングで間欠的に増幅しながら共通のミキサに供給する構成を採用している。しかしながら、受信FM信号は低レベルでしかも60GHz程度の高周波であるため、これを増幅するための受信増幅回路として、高周波・高利得のものが必要になり、その実現が困難になる。従って、本発明の他の目的は、そのような高周波・高利得の受信増幅回路を必要としないFMレーダシステムを提供することにある。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の時分割型FMレーダシステムは、各送受信部が、各ビーム送受信手段から送信され、反射体で反射されて受信された受信FM信号とローカルFM信号とを混合してビート信号を発生させるミキサと、FM信号発生部が発生したFM信号の一部を間欠的に増幅して各ビーム送受手段の対応のものに供給する送信選択増幅器と、上記FM信号発生部が発生したFM信号の一部を間欠的に増幅してローカルFM信号を出力する受信選択増幅器とを備えている。

#### 【0008】

【発明の実施の形態】本発明の好適な実施の形態によれば、各送受信部の受信選択増幅器は、各ビーム送受信手段のうち対応のもの及びこれに隣接するもののビーム放射期間にわたってローカルFM信号を出力することにより、隣接の送受信手段から放射され、標的で反射されて対応の送受信手段に受信された反射FM信号に基づくビート信号を生成可能なように構成されている。以下、本発明を実施例によって更に詳細に説明する。

#### 【0009】

【実施例】図1は、本発明の一実施例の時分割型FMレーダシステムの構成を示すブロック図であり、10はレーダモジュール、20は本体部である。レーダモジュール10は、送受共用の平面アレイアンテナ部12、送受信部13、サーキュレータ部14、FM信号発生部18、FM信号分配部19から構成されている。

【0010】平面アレイアンテナ部12、送受信部13及びサーキュレータ部14は、4個の送受信チャンネルA、B、C、Dのそれぞれに対応した4個の部分12a～12d、13a～13d、14a～14dから構成されている。FM信号発生部18は、4個の送受信チャンネルに共通の部分として構成されており、ここで発生されたFM信号がFM信号分配部19を介して各送受信チャンネルの送受信部13a～13dに分配される。

【0011】各送受信チャンネルの送受信部13a～13dのそれぞれは、送信選択増幅器15a～15dと、受信選択増幅器16a～16dと、ミキサ17a～17dとを備えている。4個の送受信チャンネルA～Dの送受信部13a～13dのそれぞれは、マイクロストリップ線路形式の多段配列の2分岐回路で構成されるFM信号部19を通してFM信号発生部18から供給される送信対象のFM信号を受ける。また、これら送受信部13a～13dは、化合物半導体のMMIC（モノリシック高周波集積回路）から構成される。なお、この増幅器15a～15dと16a～16dをすべてPINダイオード等のスイッチ機能を有するデバイスで置き換えることができる。このデバイスもモノリシック基板上に集積できる。

【0012】このFM信号発生部18は、電圧制御発振器（VCO）で構成され周波数が三角波状あるいは鋸歯状に変化するFM信号を発生して出力するFM信号発生器18aと、この出力されたFM信号の周波数を逡倍する周波数逡倍器18bとから構成されている。

【0013】送受共用アンテナ12a～12dのそれぞれは、図5に示すように、それぞれから放射されるビームBa～Bdが空間的にかつ部分的に重ね合わせられるように少しずつ角度をずらして配列される。本体部20は、CPU21、チャンネル制御部22、A/D変換器25と、高速フーリエ変換回路（FFT）26と、メモリ27とから構成されている。

【0014】FMレーダモジュール10のFM信号発生部18は、図3のタイミングチャートの最上段に示すように、周波数fが60GHzの近傍において所定周期で鋸歯状に増減するほぼ一定レベルのFM信号を発生する。このFM信号は、FM信号分配部19を通して各送受信部13a～13dに分配され、各送受信部に分配されたFM信号の一部が送信選択増幅器15a～15dに、残りの一部が受信選択増幅器16a～16dに供給される。

【0015】各送信選択増幅器15a～15dは、FM信号分配部19から分配されたFM信号を順次選択的に増幅することにより、図3のタイミングチャートに示すようなタイミングで送信FM信号TXa～TXdを発生させる。これらの送信FM信号TXa～TXdは、サーキュレータ14a～14dを介して送受共用の平面アレイアンテナ12a～12dのそれぞれに供給され、それぞれから順次車両の外部に放射される。

【0016】送受共用アンテナ12a～12dから放射された送信FM信号TXa～TXdのうちのいくつかは、標的で反射され、送受共用アンテナ12a～12dに受信される。送受共用アンテナ12a～12dに受信された受信FM信号RXa～RXdは、サーキュレータ14a～14dによって送信系から分離され、送受信部13a～13d内のミキサ17a～17dの第1の入力端子に供給される。

【0017】各送受信部13a~13d内の受信選択増幅器16a~16dは、FM信号分配部19から供給されるFM信号を選択的に増幅することにより、図3中の波形中に示すタイミングのローカルFM信号LOa~LOdを発生させ、それぞれをミキサ17a~17dの第2の入力端子に供給する。

【0018】送受共用アンテナ12a~12dで受信されミキサ17a~17dの第1の入力端子に供給される受信FM信号RXa~RXdと、これら反射FM信号を発生させた送信FM信号TXa~TXdとの間の時間差が送信FM信号の送信時間に比べて十分小さい場合には、受信FM信号RXa~RXdは対応の送信FM信号TXa~TXdの出現タイミングとほぼ同一のタイミングでミキサ17a~17dの一方の入力端子に供給されると近似できる。すなわち、説明の便宜上、図3の送信FM信号TXa~TXdを受信FM信号RXa~RXdと見做す。

【0019】図3中で、受信FM信号RXa~RXdと見做された送信FM信号TXa~TXdとローカルFM信号LOa~LOdとが重ね合わされた時間帯に着目すると、最下段に示すように、ミキサ17aからは信号Naとビート信号BTaaが順次出力され、ミキサ17bからはビート信号BTabとBTbbが順次出力され、ミキサ17cからはビート信号BTbcとBTccが順次出力され、ミキサ17dからはビート信号BTcdとBTddが順次出力される。

【0020】まず、ビート信号BTaaに先行する信号成分Naは、4個の送受共用アンテナ12a~12dのいずれからFM信号が放射されていないにもかかわらずミキサ17aに受信信号とローカルFM信号LOaが供給されている期間内のミキサ17aの出力である。従って、この先行信号成分Naは、送受共用アンテナ12aに受信された外来電波によって発生したビート信号と、ミキサ17a内で発生した内部雑音とが合成された信号に他ならない。

【0021】これに対して、ビート信号BTaaは、送受共用アンテナ12aから送信FM信号TXaが放射されており、しかもミキサ17aに受信FM信号とローカルFM信号LOaが供給されている期間内のミキサ17aの出力である。従って、このビート信号BTaaは、送受共用アンテナ12aから放射され、標的で反射されてこの送受共用アンテナ12aに受信された反射FM信号によって生じたビート信号に他ならない。

【0022】ビート信号BTabは、送受共用アンテナ12aから送信FM信号TXaが放射されており、かつ最隣接の送受共用アンテナ12bに受信された受信FM信号RXaとローカルFM信号LObとがミキサ17bに供給されている期間内のミキサ17bの出力である。従って、このビート信号BTabは、送受共用アンテナ12aから放射され、標的で反射されて最隣接の送受共

用アンテナ12bに受信された反射FM信号によって生じたビート信号に他ならない。

【0023】このビート信号は、送受共用アンテナ12aと12bの間に設置された仮想的な送受共用アンテナから図4にハッチングを付して示す仮想的なビームBabが放射され、これが標的で反射されてこの仮想的な送受共用アンテナに受信されたと仮想した場合の受信反射波から生じたビート信号に他ならない。

【0024】さらに、ビート信号BTbbは、送受共用アンテナ12bから送信FM信号TXbが放射されており、かつミキサ17bに受信FM信号とローカルFM信号LObが供給されている期間内のミキサ12bの出力である。このビート信号は、送受共用アンテナ12bから放射され、標的で反射されてこの送受共用アンテナ12bに受信された反射FM信号によって生じたビート信号に他ならない。

【0025】以下同様にして、ビート信号BTbcは送受共用アンテナ12bから放射され標的で反射されて隣接の送受共用アンテナ12cに受信された反射FM信号によって生じたビート信号であり、ビート信号BTcdは送受共用アンテナ12cから放射され、標的で反射されて隣接の送受共用アンテナ12dに受信された反射FM信号によって生じたビート信号である。

【0026】また、ビート信号BTccは送受共用アンテナ12cから放射され、標的で反射されてこの送受共用アンテナ12cに受信された反射FM信号によって生じたビート信号であり、ビート信号BTddは送受共用アンテナ12dから放射され、標的で反射されてこの送受共用アンテナ12dに受信された反射FM信号によって生じたビート信号である。

【0027】ミキサ12a~12dから順次出力される雑音成分Naと7種のビート信号BTaa, BTab, BTbb...BTddは、セレクト24a~24dのそれぞれで選択され、本体部20に供給される。本体部20に供給された雑音成分と各ビート信号は、A/D変換回路25でデジタル信号に変換され、高速フーリエ変換回路26で周波数スペクトルに変換されてCPU21に供給される。

【0028】CPU21は、7種のビート信号BTaa, BTab, BTbb...BTddの周波数faa, fab, fbb...fddに対し適宜な統計的な処理を施す(例えば単純平均値を算定する)ことにより、ビート周波数を確定し、これに基づきFM波の伝播遅延時間を算定し、標的までの距離を算定する。

【0029】また、CPU21は、7種のビート信号BTaa, BTab, BTbb...BTddのレベルLa, Lab, Lbb...Lddのうち、雑音除去のために設定した所定の閾値よりも大きなものだけを選択し、選択した各レベルで重み付けしつつ対応のアンテナの方位角の平均値を算定することにより標的への方位を

検出する。

【0030】例えば、3種のビート信号BTaa, BTab, BTbbのレベルLa a, Lab, Lbbが閾値を越えている場合には、標的の方位角 $\Theta$ は

$$\Theta = (Laa \cdot \theta_a + Lab \cdot \theta_{ab} + Lcc \cdot \theta_c) / (Laa + Lab + Lbb)$$

と算定される。ただし、 $\theta_{ab}$ は、アンテナAとBとの中間に設置された仮想的なアンテナABの方位角であり、

$$\theta_{ab} = (\theta_a + \theta_b) / 2$$

と設定される。

【0031】なお、前述のように、雑音成分Naは送受共用アンテナ12aに受信された外来電波によって発生したビート信号と、ミキサ17a内で発生した内部雑音とが合成された信号に他ならない。この場合、必要に応じて、この雑音の周波数スペクトルをCPU21に抽出させてメモリ27に保存させ、反射FM信号に基づくビート信号のレベルと周波数の検出に際して、メモリ27に保存中の雑音成分をビート信号から減算させることにより、外来雑音や混合回路の内部雑音を消去する方法を採用できる。

【0032】これは、通常は時間変動の激しい外来雑音が比較的定常的な内部雑音に比べて十分低レベルである場合や、外来雑音の変化速度が遅いため全てのビート信号中に同一周波数・同一レベルで混入する場合などには有効である。

【0033】図4は、上記雑音の検出・消去機能に着目し、雑音検出期間を全てのチャンネルに分散して付加する場合のタイミングチャートである。図中ハッチングを付した雑音成分Naは送受共用アンテナ12aに受信された外来雑音とミキサ17aの内部雑音が合成されたものとなる。

【0034】また、雑音成分Nbは送受共用アンテナ12bに受信された外来雑音とミキサ12bの内部雑音が合成されたものとなる。以下同様にして、雑音成分Nc, Ndは、それぞれ送受共用アンテナ12c, 12dに受信された外来雑音とミキサ12c, 12dの内部雑音とが合成されたものとなる。CPU21は、各雑音スペクトルを検出してメモリ27に保存し、これをミキサ12a～12dで発生したビート信号から減算することにより雑音除去を行うことができる。

【0035】図2は本発明の他の実施例の時分割型レーダシステムの構成を示すブロック図である。この実施例の時分割型レーダシステムは、FMレーダモジュール30の構成のみが図1のFMレーダモジュール10の構成と異なっており、本体部20の構成と動作は図1のものと同一である。

【0036】すなわち、FMレーダモジュール30は、各送受信チャネルA～Dに、送受共用のアンテナとサーキュレータとを設置する代わりに、送信専用のアンテナ32a～32dと、受信専用のアンテナ33a～33d

を設置している。各送受信チャネル34a～34dが、FM信号発生回路31から出力されるFM信号の一部をアンテナに分配する送信選択増幅器35a～35dと、FM信号の残りの一部をローカル信号として各ミキサに分配する受信選択増幅器36a～36dと、ミキサ37a～37dから構成される点は、図1のFMレーダモジュール10の構成と同一であり、その動作も同一であるから重複する説明は省略する。

【0037】以上、最隣接の2個のアンテナのビームどうしが重なり合うように各アンテナを設置する構成を例示した。しかしながら、3個以上の隣接アンテナのビームどうしが重なり合うようにずれ角を更に狭めて配置する構成とすることもできる。また、4個のアンテナを配置する構成を例示したが、このアンテナの個数を2個、3個、5個など適宜な値に設定できる。

【0038】また、各アンテナからFM波のみを放射する構成を例示したが、一定周波数の電波を放射する期間を適宜なタイミングで挿入することにより、受信反射波のドップラーシフト量を検出し、これに基づき標的との相対速度を検出する機能を付加することもできる。

【0039】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明の時分割型FMレーダシステムは、各送受信部がミキサと、このミキサにFM信号の一部を間欠的に増幅してローカルFM信号として供給する受信選択増幅器とを備える構成であるから、高周波かつ低レベルの受信FM信号を増幅するための高周波・高利得の受信増幅回路が不要になるという効果が奏される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の時分割型FMレーダシステムの構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の他の実施例の時分割型FMレーダシステムの構成を示すブロック図である。

【図3】図1の時分割型FMレーダシステムの動作の一例を説明するためのタイミングチャートである。

【図4】図1の時分割型FMレーダシステムの動作の他の一例を説明するためのタイミングチャートである。

【図5】本発明の動作方法の一例を説明するための概念図である。

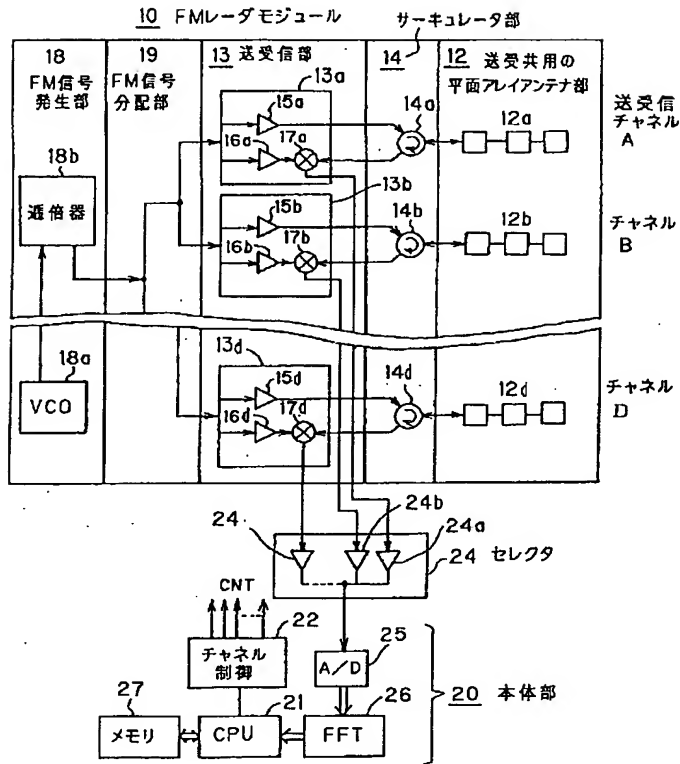
【符号の説明】

10, 30	FMレーダモジュール
12a～12d	送受共用アンテナ（ビーム送受信手段）
13	送受信部
14	サーキュレータ部
15a～15d	送信選択増幅器
16a～16d	受信選択増幅器
17a～17d	ミキサ
18	FM信号発生部
19	FM信号分配部
20	本体部

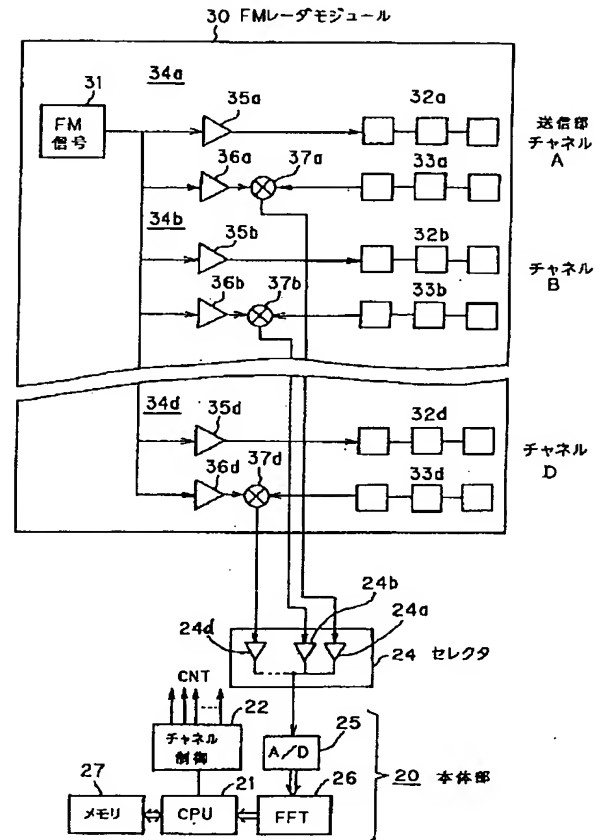
32a ~ 32d 送信専用アンテナ  
 33a ~ 33d 受信専用アンテナ  
 35a ~ 35d 送信選択増幅器

36a ~ 36d 受信選択増幅器  
 37a ~ 37d ミキサ

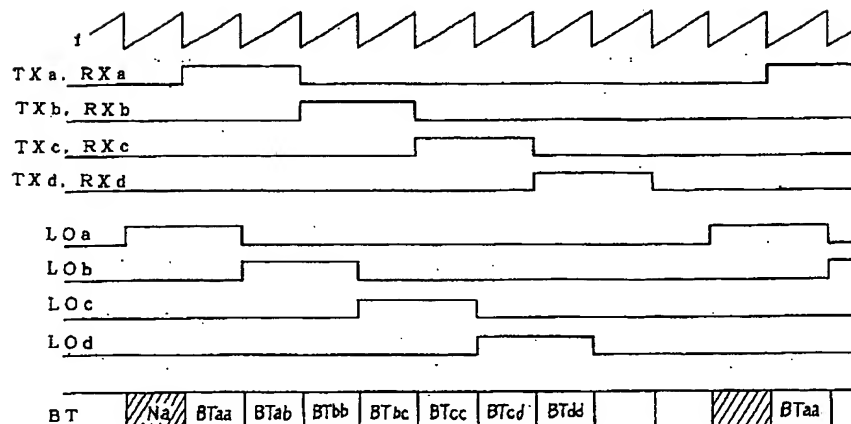
【図1】



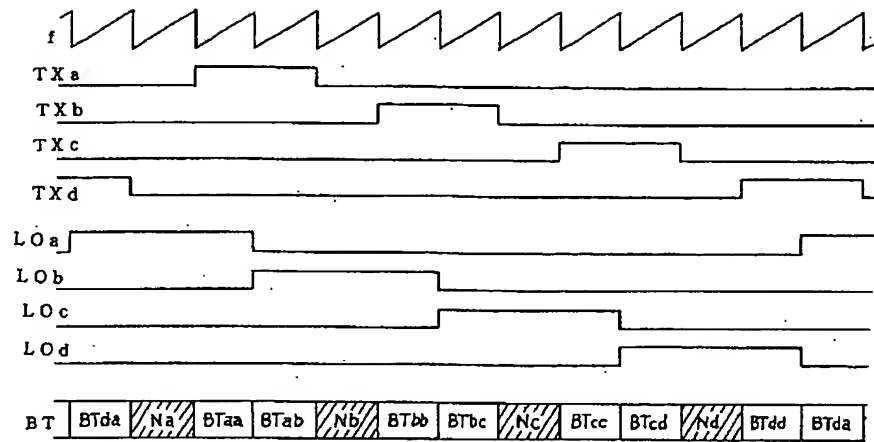
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

